

В диссертационный совет Д 212.079.02 при  
ФГБОУ ВПО «Казанский национальный  
исследовательский технический университет им.  
А.Н. Туполева-КАИ» 420111, г. Казань, ул.  
К.Маркса, д. 10

## ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертацию Абайдуллина Булата Равилевича «Критические режимы теплопереноса при ламинарном течении обобщенной ньютоновской жидкости в реакторе коаксиального типа», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника

### 1. Актуальность темы

Решение проблемы возникновения теплового взрыва для промышленных предприятий, в технологических процессах которых в качестве рабочих сред используются реологически сложные жидкости всегда являлось актуальным. В силу специфики рассматриваемых производств в ходе технологического процесса происходит выделение большого количества теплоты. Если своевременно не произвести ее отвод, возможно возникновение резкого саморазогрева реагирующей массы, что приводит либо к авариям техногенного характера, либо к снижению качества конечного продукта. Механизм возникновения нештатных ситуаций в при протекании процессов с возникновением критических тепловых режимов также недостаточно ясен. Для понимания этого постоянно требуется проведение теоретических и экспериментальных исследований гидродинамических, тепломассобменных и реокинетических характеристик полимеризующейся массы в проточном трубчатом реакторе.

Диссертация Абайдуллина Б.Р. изложена на 216 страницах основного текста, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и таблиц с диапазонами безопасных (без возникновения теплового взрыва) значений управляющих рассматриваемыми в работе процессами параметров.

Во введении показана актуальность темы данной диссертационной работы, определены ее основные цели и задачи, показана научная новизна и практическая значимость.

В первой главе проанализированы и обобщены результаты по существующим методам расчетов тепломассообмена в условиях критических



гидродинамических и тепловых процессов. Также приведены основные определения и понятия теории теплового взрыва.

**Вторая глава** посвящена разработке математических моделей для расчета критических режимов при теплообмене реагирующей обобщенной ньютоновской жидкости, текущей в коаксиальном канале с постоянной температурой на стенках.

**В третьей главе** представлены результаты решения задачи теплопереноса при сформировавшемся по длине профиле температуры и продольной компоненты скорости, а также результаты решения задачи теплопереноса на начальном участке коаксиального канала при ламинарном установившемся напорном течении обобщенной ньютоновской жидкости между стенками внешнего и внутреннего цилиндров, с учетом и диссипативного и химического источника тепловыделения.

**Четвертая глава** посвящена анализу результатов расчетов критических режимов теплообмена при течении обобщенной ньютоновской жидкости в канале с учетом выгорания вещества. Рассматривался проточный реактор коаксиального типа, в котором протекает реакция гомофазной полимеризации метилметакрилата при наличии инициатора перекиси бензоила.

## **2. Научная новизна.**

- предложены математические модели тепломассопереноса учитывающие критический режим теплообмена при наличии нелинейных источников тепловыделений в обобщенных ньютоновских жидкостях и дано их обоснование;
- по результатам численных исследований установлены условия возникновения критического режима теплообмена, а также представлены рекомендации по выбору способов безопасного проведения процесса в промышленном оборудовании, рабочие поверхности которых представляют собой коаксиальные каналы;
- выявлены закономерности изменения характеристик процесса теплопереноса в условиях критического режима теплообмена, включая деформирование профиля продольной компоненты скорости, перестройку профиля вязкости.

## **3. Теоретическая и практическая значимость полученных результатов:**

Представленные в работе алгоритм и рекомендации позволяют инженерам теоретически проектировать или модернизировать промышленные аппараты с защитой от возникновения критических тепловых режимов.

На основании проведенных теоретических и численных исследований определены интервалы изменения управляющих параметров, соответствующих безопасным тепловым режимам, которые могут быть использованы инженерами на производстве при создании автоматизированных средств регулирования технологического процесса.

#### **4. Рекомендации по использованию полученных результатов и выводов.**

Представленная в работе методика определения границ безопасных тепловых режимов работы при ламинарном движении нелинейно-вязких сред в коаксиальных каналах тепломассообменного оборудования может использоваться при изучении условий возникновения критических тепловых режимов в различных производственных аппаратах с соответствующей формой каналов.

#### **5. Достоверность результатов исследования.**

Обоснованность результатов, выдвинутых соискателем, основывается сравнением полученных результатов с данными других авторов и согласованием известным положениям. Представленные математические модели разработаны на основе классических уравнений движения, неразрывности и тепло- и массопереноса. При численной реализации поставленной задачи использованы стандартные численные методы. Метод решения поставленных задач проверен сравнением с результатами аналитического решения тестовой задачи предложенной Франк-Каменецким.

#### **6. Общие замечания по диссертационной работе**

1. Методика определения диапазонов безопасного проведения процессов на стр. 47 не достаточно ясна. Так, непонятно, что включает в себя «выборка и компоновка подобных процессов». Какие «особенности учитывают» при построении математической модели?

2. Неясно на стр. 53, какие реологические модели были рассмотрены. Даны только ссылки, что не проясняет картину. И почему была выбрана именно эта модель?

3. Вызывает недоумение получение графика зависимости динамической вязкости 2.4 и 2.5 из (2.11). Было бы более уместно представить экспериментальные данные.

4. Почему на входе в канал берется решение задачи (2.18)-(2.19)?

5. Почему при дискретизации дифференциальных уравнений (2.34) выбрана равномерная сетка? Хотя было бы логично выбрать неравномерную сетку с более мелким шагом в области резкого изменения температуры.

6. Чем на стр. 71 обоснован выбор диапазона начальных приближений  $\theta_i^0$ ? И как объяснить, что при некоторых (каких?)  $\theta_i^0$  решение не сходилось?

7. Что на стр. 72 имеется в виду под «дополнительные итерации линеаризации»?

#### **Заключение**

Диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа базируется на достаточном числе

исходных данных, примеров и расчетов. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа «Критические режимы теплопереноса при ламинарном течении обобщенной ньютоновской жидкости в реакторе коаксиального типа», отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней и присвоения ученых званий», а ее автор Абайдуллин Б.Р. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

### Официальный оппонент

кандидат технических наук,  
доцент кафедры экономико-математического  
моделирования Института управления,  
экономики и финансов ФГАОУ ВО «Казанский  
(Приволжский) федеральный университет

 Багаутдинова А.Г.



## СВЕДЕНИЯ ОБ ОФИЦИАЛЬНОМ ОППОНЕНТЕ

по диссертационной работе Абайдуллина Булаты Равилевича

«Критические режимы теплопереноса при ламинарном течении обобщенной ньютоновской жидкости в реакторе коаксиального типа», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

№	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, ученое звание	Сведения о работе		Список основных публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (но не более 15 публикаций)
			Полное наименование организации, почтовый адрес (индекс, город, улица, дом), телефон, адрес электронной почты	Должность с указанием структурного подразделения	
1	2	3	4	5	6
1	Багоутдинова Альфия Гиззетдиновна	Кандидат технических наук	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет", Институт управления, экономики и финансов 420008, Россия, РТ, г. Казань, ул. Бутлерова, д.4. тел: (843) 236-69-64, e-mail: iuef@kpfu.ru	Доцент кафедры экономико-математического моделирования Института управления, экономики и финансов	<p>1. Багоутдинова А.Г. Численное решение уравнений движения методом конечных элементов в условиях ламинарного течения вязкой жидкости в конвергентном канале / А.Г. Багоутдинова, Я.Д. Золотоносов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2007. – № 3-4. – С. 23-37.</p> <p>2. Багоутдинова А.Г., Золотоносов Я.Д. Гидродинамика течения вязкой жидкости в радиально вращающемся конвергентном канале, соединенном с кольцевой насадкой / ВИНИТИ. – М., 2007. – 65 с. – Деп. в ВИНИТИ 29.01.07 №72-В2007.</p> <p>3. Багоутдинова А.Г. Энергоэффективные теплообменные аппараты на базе теплообменных элементов в виде пружинно-витых каналов / А.Г. Багоутдинова, Я.Д. Золотоносов, С.А. Мустакимова // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2012. – № 3. – С. 86-95.</p> <p>4. Багоутдинова А.Г. Математическая модель сопряженной задачи теплообмена закрученного турбулентного течения жидкости в пружинно-витом канале на основе модели турбулентности Ментера / А.Г. Багоутдинова, Я.Д. Золотоносов, С.А. Мустакимова // Известия</p>

				<p>Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2012. – № 2. – С. 105-111.</p> <p>5. Багоутдинова А.Г. Теплообменные аппараты типа «труба в трубе» с внутренним змеевиковым пружинно-витым каналом / А.Г. Багоутдинова, Я.Д. Золотоносов, И.А. Князева // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 1. – С. 120-124.</p> <p>6. Багоутдинова А.Г. Математическая модель сопряженной задачи теплообмена при турбулентном течении в каналах сложной геометрии / А.Г. Багоутдинова, Я.Д. Золотоносов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 2. – С. 157-167.</p> <p>7. Багоутдинова А.Г. Моделирование процессов гидродинамики и теплообмена в каналах сложной конфигурации с помощью программного модуля SolidWorks Flow Simulation / А.Г. Багоутдинова, Я.Д. Золотоносов, О.В. Шемелова // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. Т. 17. – № 14. – С. 199-201.</p> <p>8. Багоутдинова А.Г. Визуализация процессов гидродинамики и теплообмена в трубах с винтовой поверхностью теплообмена / А.Г. Багоутдинова, Я.Д. Золотоносов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – № 2. – С. 108-115.</p>
--	--	--	--	---

кандидат технических наук,  
доцент кафедры экономико-математического  
моделирования Института управления,  
экономики и финансов ФГАОУ ВО «Казанский  
(Приволжский) федеральный университет»

*АГ*  
Багоутдинова А.Г.

